

## ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИНФЕКЦИОННЫХ ФОНОВ ПРИ ОЦЕНКЕ ОВСА НА УСТОЙЧИВОСТЬ К ГРИБНЫМ БОЛЕЗНЯМ

О.А. Жуйкова<sup>1</sup>, Т.П. Градобоева<sup>2</sup>, кандидат биологических наук,  
Г.А. Баталова<sup>1</sup>, академик РАН

<sup>1</sup>Федеральный аграрный научный центр Северо-Востока имени Н.В. Рудницкого,  
610007, Киров, ул. Ленина, 166а  
E-mail: g.batalova@mail.ru

<sup>2</sup>Фаленская селекционная станция –  
филиал Федерального аграрного научного центра Северо-Востока имени Н.В. Рудницкого,  
612500, Кировская область, п. Фаленки, ул. Тимирязева, 3  
E-mail: tp.gradoboeva@mail.ru

*Погодные факторы Северо-Востока европейской территории РФ обычно бывают благоприятными для развития возбудителей пыльной головни и корончатой ржавчины. Вегетационные периоды 2017-2019 гг. сильно различались по количеству осадков и тепловым ресурсам, что повлияло на развитие этих заболеваний в естественных условиях. Целью работы было показать эффективность использования в селекции искусственных инфекционных фонов в нестабильных погодных условиях региона. Оценка генотипов на инфекционном фоне позволила определить реакцию растений на патогены, исключая влияние абиотических факторов. В годы исследований степень поражения восприимчивых сортов пыльной головней достигала 100%, корончатой ржавчиной – 82%. Изучены различные по восприимчивости к болезням голозерные и пленчатые сорта овса. Анализ влияния погодных условий в критические периоды онтогенеза на развитие болезней этой культуры выявил среднюю отрицательную зависимость развития пыльной головни от температуры и осадков в период цветения – молочная спелость и высокую положительную – для развития корончатой ржавчины в период выход в трубку – цветение.*

## EFFECTIVENESS OF INFECTIOUS BACKGROUNDS IN EVALUATING OAT FOR RESISTANCE TO FUNGAL DISEASES

Zhuikova O.A.<sup>1</sup>, Gradoboeva T.P.<sup>2</sup>, Batalova G.A.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Federal Agricultural Scientific Center of North-East,  
610007, Kirov, ul. Lenina, 166 A  
E-mail: g.batalova@mail.ru

<sup>2</sup>Falenskaya breeding station – branch of Federal Agricultural Scientific Center of North-East,  
612500, s. Falenki, ul. Timityazeva, 3  
E-mail: tp.gradoboeva@mail.ru

*Weather factors in the North-East of the European territory of the Russian Federation are usually favorable for the development of pathogens of dust smut and crown rust. The vegetation periods of 2017-2019 varied greatly in terms of precipitation and heat resources, which affected the development of dust smut and crown rust in natural conditions. The aim of the work was to show the effectiveness of using artificial infectious backgrounds in breeding in unstable weather conditions of the region. Assessment of genotypes on an infectious background allowed determining the reaction of plants to pathogens, excluding the influence of abiotic factors. In the years of research, the degree of disease damage to susceptible varieties reached 100%, crown rust-82%. Different types of naked and filmy oats were studied for their susceptibility to diseases. Analysis of the influence of weather conditions in critical periods of ontogenesis on the development of oat diseases revealed an average negative dependence of the development of dust smut on temperature and precipitation during the «flowering-milk ripeness» period and a high positive one for the development of crown rust during the «exit to the tube-flowering» period.*

**Ключевые слова:** овес, пыльная головня, корончатая ржавчина, инфекционный фон, погодные условия

**Key words:** oats, dusty smut, crown rust, infectious background, weather conditions

В современных представлениях о развитии растениеводства решающая роль отводится конструированию высокопродуктивных агроэкосистем и поддержанию их экологической устойчивости. Актуальна проблема создания сортов сельскохозяйственных культур с групповой и комплексной устойчивостью к болезням [1]. В северо-восточном регионе РФ в селекции на иммунитет следует ориентироваться на создание сортов овса, устойчивых прежде всего к головневой (*Ustilago* spp.) и ржавчинной инфекциям (*Puccinia* spp.) [2], поскольку все чаще выявляют их локальные вспышки, которые приобретают эпифитотийный характер [3].

Пыльную головню овса отмечают ежегодно, при этом большинство возделываемых сортов в той или иной степени поражается патогеном, зерно становится непригодным как для продовольственных, так и для фуражных целей. Корончатая ржавчина обнаруживает-

ся во всех зонах возделывания овса, но симптомы ее проявления бывают не ежегодно. Попадая на листья растений в капельную влагу (дождь или роса), уредоспоры прорастают и на листе образуются пустулы с уредоспорами. В результате у пораженных растений нарушается ассимиляция, снижается ферментативная активность, усиливаются транспирация и преждевременное усыхание листового аппарата, уменьшается засухоустойчивость и изменяются репродуктивные органы [4].

Устойчивость сортов – важный фактор, лимитирующий продуктивность генотипа [5]. Ценность сорта определяет не только абсолютная ее величина, но и его способность формировать экономически значимую урожайность в изменяющихся условиях выращивания [6]. Уровень урожайности на Северо-Востоке европейской территории России ограничивают наряду

с почвенными и климатическими условиями, поэтому использование искусственных инфекционных фонов для создания адаптивных к экологическим факторам сортов включены в методологию селекции овса [7].

Цель настоящей работы – определить эффективность использования в селекции искусственных инфекционных фонов и оценить перспективные сорта овса конкурсного испытания на иммунитет к наиболее опасным грибным болезням региона.

**Методика.** Исследования проведены в 2017-2019 гг. на Фаленской селекционной станции – филиале Федерального аграрного научного центра (ФАНЦ) Северо-Востока в соответствии с Методикой Государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур [8]. Материалом послужили 40 перспективных линий и сортов овса питомника конкурсного испытания селекции ФАНЦ Северо-Востока. Стандартами были сорт Кречет для пленчатых форм, сорт Вятский для голозерных.

Метеорологические условия описаны по данным Кировского областного центра по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды. Влияние погодных условий на развитие грибных болезней оценивали по показателю гидротермического коэффициента (ГТК) по А.И.Селянину [9].

Инфекционный фон пыльной головки создавали путем заражения семян хламидоспорами возбудителя местной популяции по методике ВИР [10]. Учеты сортов на восприимчивость к головне проводили при достижении молочной спелости зерна по количеству пораженных и не пораженных растений и/или метелок. Для создания полевого инфекционного фона корончатой ржавчины инокуляцию растений проводили в фазе кущения – выхода в трубку уредоспорами, собранными с районированных сортов в конкурсном сортоиспытании. В полевых условиях устойчивость к корончатой ржавчине оценивали двукратно в фазе цветения, окончательную характеристику давали по проявлению болезни в фазе молочной спелости зерна, в период максимального проявления болезни [11]. Использовали прямые иммунологические признаки: тип реакции (по шкале Мэрфи) и степень поражения (по шкале Петерсона).

Для обработки результатов исследований применен пакет селекционно-ориентированных и биометрико-генетических программ AGROS, версия 2.07 и пакет прикладных программ Microsoft Excel.

**Результаты и обсуждение.** Для поиска источников устойчивости к грибным болезням необходимо иметь в виду, что при оценке на естественном фоне заражения реакция генотипа может быть необъективной [12]. Одним из определяющих факторов развития грибных болезней яровых зерновых культур служат погодные условия, такие как температура воздуха и количество осадков [2, 11, 13].

Агроклиматические характеристики региона, где проводили исследования, обычно сильно различаются по количеству осадков и тепловым ресурсам. В анализируемом периоде погодные факторы были в основном неблагоприятными для развития пыльной головки, но привели к развитию ржавчинных грибов. Вегетационный период 2017 г. характеризовался обильными дождями в июле и недостаточной суммой эффективных температур (ГТК=1,5). Неустойчивая по температуре погода 2018 г. и частые дожди во второй декаде июня и в июле привели к переувлажнению почвы (ГТК=1,4). Холодная и неустойчивая по температурному режиму погода 2019 г. сопровождалась почвенной засухой в

июне и интенсивными осадками в остальной период вегетации (ГТК=2,5).

Наиболее показательна характеристика состояния погодных условий в критические периоды онтогенеза [2], поэтому был проведен анализ их влияния на развитие болезней овса. Определена средняя отрицательная зависимость ( $r=-0,68$ ) развития пыльной головки от температуры и осадков в период цветения – молочной спелости. На проявление заболевания существенно влияла сумма эффективных температур ( $r = 0,94$ ). Развитию возбудителя корончатой ржавчины способствовала повышенная влажность воздуха (70-80%) и температура, близкая к 20 °С. Такие условия в Кировской области характерны для II-III декад июля ( $r = 0,98$ ) в период выход в трубку – цветение.

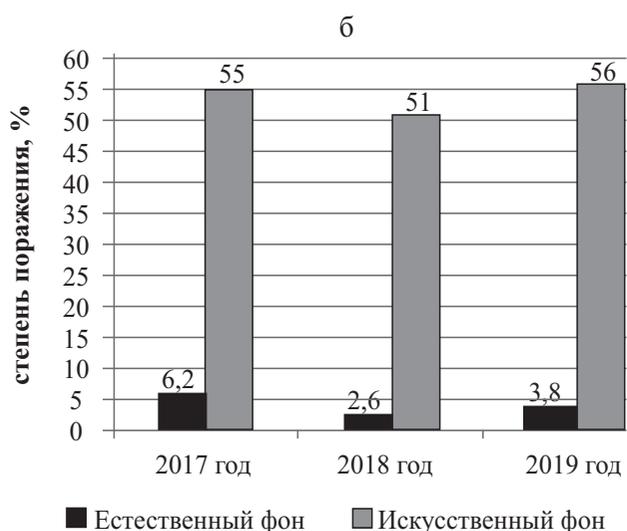
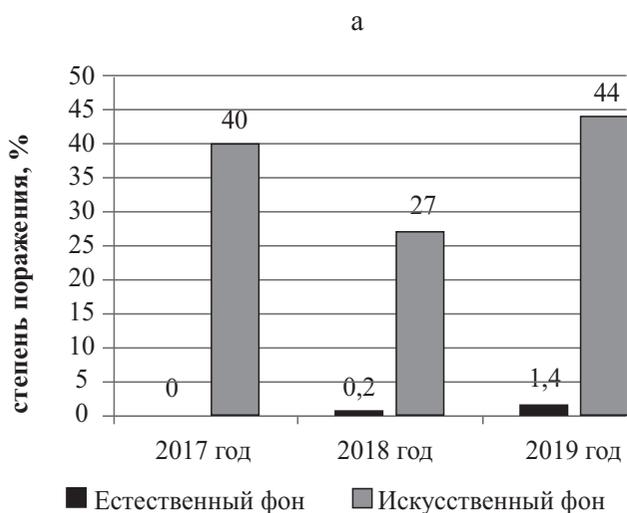
Изучение на инфекционном фоне – эффективный метод оценки селекционного материала на иммунитет, который позволяет определить реакцию растений не только к данной расе или популяции патогена, но и к их комплексу [14], снижая влияние факторов внешней среды. Инфекционный фон считается достаточно жестким, если степень поражения индикаторного (восприимчивого) сорта достигает 60% и выше [15]. Созданный в исследованиях искусственный инфекционный фон соответствовал данному критерию: в годы исследований степень поражения болезнями восприимчивых сортов достигала 70-100% (табл.). На естественном фоне развития степень поражения пыльной головней составляла 12%, корончатой ржавчиной – 32%.

**Степень поражения болезнями растений овса, 2017-2019 гг.**

Год	Фон	Пыльная головня		Корончатая ржавчина	
		максимальная степень поражения по сортам, %	минимальная степень поражения по сортам, %	максимальная степень поражения по сортам, %	минимальная степень поражения по сортам, %
2017	Искусственный	100	40	82	5
	Естественный	12	0	27	0
2018	Искусственный	71	0	75	1
	Естественный	7,7	0	32	0
2019	Искусственный	100	0	78	5
	Естественный	10	0	27	0

В среднем по сортам степень поражения пыльной головней на естественном фоне составляла 0-1,5%, корончатой ржавчиной – 3-6%, в условиях искусственно созданных инфекционных условий – соответственно 27-44 и 51-56% (рис.). За годы исследований депрессия признака между проявлением пыльной головки на естественном и искусственном фоне достигала 88-100%, у корончатой ржавчины – 57-95%.

Изучены различные по восприимчивости к болезням голозерные и пленчатые генотипы овса. Симптомы поражения растений пыльной головней имели пылящий тип сору. На естественном фоне поражение отмечали во все годы исследований, при этом эпифитотий не наблюдали. Совокупность изучаемых сортов была неоднородной, имела значительную изменчивость по степени поражения. Коэффициент вариации составил 36-42% у голозерных генотипов и 85-98% у пленчатых.



Средняя степень поражения пыльной головней – а и корончатой ржавчиной – б на искусственном и естественном фонах заражения.

Линии и сорта конкурсного испытания в основном характеризовались высокой устойчивостью, лишь голозерные 36h13, Вятский – слабой восприимчивостью. Иммунологическая оценка на искусственном фоне заражения показала в целом более высокую восприимчивость к болезни голозерных линий (39-100%). Сильная восприимчивость отмечена у линий 72h11, 4h12, 31h12, 45h12, 153h13 и сортов Багет, Бекас, Вятский. Резистентностью не обладал ни один голозерный генотип. Степень поражения пленчатых линий и сортов в среднем составляла 16-22% при максимальном проявлении признака 100% у И-4729. Сильную восприимчивость проявили И-4729, И-4867, И-4815. Практическая устойчивость (степень поражения до 5%) отмечена у линий И-4903, 178h13, 245h14, иммунитет – у линии И-4845.

Симптомы поражения растений корончатой ржавчиной отмечали во все годы исследований. На естественном фоне средняя степень их поражения составляла 3,8-6,2%, на инфекционном – 51-55%. Большинство генотипов овса имело восприимчивый и промежуточный

тип реакции на внедрение паразита. Совокупность изученных пленчатых линий и сортов была неоднородной, со значительной изменчивостью по степени поражения – 30-39%. Коэффициент вариации для голозерных генотипов (13,5-14,5%) показал, что линии и сорта достаточно однородны. На фоне искусственного заражения они в основном характеризовались восприимчивостью и сильной восприимчивостью, меньше было генотипов со средней устойчивостью. Стандарт Кречет проявил среднюю устойчивость, степень поражения варьировала от 30 до 35%, Вятский – высокую восприимчивость со степенью поражения 50-100%. Иммунологией не обладал ни один сорт. Высокая устойчивость (степень поражения до 5%) отмечена лишь у И-4857.

С использованием корреляционного анализа выявлена средняя достоверная зависимость ( $r = 0,343$ ) между поражением пыльной головней растений овса и корончатой ржавчиной. Аналогичная взаимосвязь прослеживается в работах других исследователей [16, 17]. Условия изучения сортов в зависимости от инфекционного фона (естественный или искусственный) отразились на урожайности культуры. При усилении инфекционной нагрузки возбудителем пыльной головни депрессия признака составила 20-77%, корончатой ржавчины – 12-57%.

Таким образом, проявление грибных болезней на естественном фоне было невысоким, поэтому классифицировать линии и сорта как устойчивые нецелесообразно. Использование приемов искусственного заражения растений обеспечивает высокое поражение восприимчивых генотипов (до 100%) и позволяет дать их качественную классификацию, выявить селекционно-ценные формы, несмотря на влияние внешних факторов.

Определены перспективные линии и сорта с высокой устойчивостью к пыльной головне (И-4845, И-4903, И-4845) и корончатой ржавчине (И-4857).

Иммунологические исследования показали, что среди изученного селекционного материала овса генотипы, комплексно иммунные к изученным биотическим стрессорам, отсутствуют.

### Литература

1. Вилкова Н.А., Нефедова Л.И., Фролов А.Н. Иммунитет семенных растений и его фитосанитарное значение в агроэкосистемах // *Защита и карантин растений*. – 2015. – № 8. – С. 3-9.
2. Шешегова Т.К. Зависимость развития грибной инфекции зерновых культур от сезонной динамики климатических факторов // *Достижения науки и техники АПК*. – 2017. – №4. – С. 58-61.
3. Захаренко В.А. Определение фитосанитарного потенциала сортов зерновых культур: обоснование метода и его реализация // *Защита и карантин растений*. – 2017. – № 3. – С. 13-15.
4. Рубин Б.А., Арциховская Е.В. Биохимия и физиология иммунитета растений – М., 1960. – 320 с.
5. Admas S., Tesfaye K. Genotype-by-environment interaction and yield stability analysis in sorghum (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) genotypes in North Shewa, Ethiopia // *Acta Universitatis Sapientiae. Agriculture and Environment*. – 2017. – N.9. – P. 82-94.
6. Pereira H.S., Alvares R.C., Silva F.C., Faria L.C., Melo L.C. Genetic, environmental and genotype x environment interaction effects on the common bean grain yield and commercial quality // *Semina: Ciências Agrárias, Londrina*. – 2017. – V. 38. – №3. – P. 1241-1250.

7. Баталова Г.А., Шевченко С.Н., Лисицын Е.М., Тулякова М.В., Русакова И.И., Железникова В.А., Градобоева Т.П. Методология создания продуктивных, экологически устойчивых сортов овса пленчатого // *Российская сельскохозяйственная наука*, [S.l.], п. 6, р. 3-6, дек. 2017. ISSN 2500-2627. Доступно на: <<http://www.roshn.1gb.ru/ras/article/view/33>>. Дата доступа: 13 дек. 2019.
8. Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур, 1985. – 230 с.
9. Селянинов Г.Т. О сельскохозяйственной оценке климата // *Труды по сельскохозяйственной метеорологии*, 1928. – Вып. 20. – С. 165–177.
10. Кривченко В.И., Щелко Л.Г., Тимошенко З.В. Методы изучения устойчивости ячменя и овса к головневым болезням / *Методы фитопатологических и энтомологических исследований в селекции растений*. Под ред. Ю.Н. Фадеева, А.А. Кузьмичева. – М.: Колос, 1977. – С. 51-57.
11. Градобоева Т.П., Баталова Г.А. Оценка сортообразцов овса на устойчивость к корончатой ржавчине // *Зерновые и крупяные культуры*. – 2018. – № 1 (25). – С. 91-98.
12. Дмитриев А.П. *Ржавчина овса*. – СПб: ВИЗР, 2000. – 112 с.
13. Volkova G.V., Kudinova O.A., Vaganova O.F. Diversity of virulence phenotypes of *Puccinia triticinain* different agroclimatic zones of the North Caucasus // *Rossiiskaia selskokhoziaistvennaia nauka*. – 2019. – №6. – С. 23-26. doi: 10.31857/S2500-26272019623-26
14. Шеиегова Т.К. Технология оценки и отбора исходного материала с групповой устойчивостью (6-9 баллов) к наиболее распространенным и потенциально опасным болезням зерновых культур на Северо-Востоке НЗ РФ (корончатая ржавчина, пыльная головня, корневые гнили, полосатая и сетчатая пятнистость). Завершенная разработка. – Киров: СВРНЦ, 2010. – 18 с.
15. Захаренко В.А., Медведев А.М., Ерохина С.А., Коваленко Е.Д., Добровольская Г.В., Михайлов А.А. Методика по оценке устойчивости сортов полевых культур к болезням на инфекционных и провокационных фонах. – М., 2000. – 120 с.
16. Андриянова Ю.М., Гусакова Н.Н. Оптимизация продукционного процесса культуры овса при использовании пиридазинов на антропогенно-депрессивных территориях // *Вестник Саратовского госагроуниверситета им. Н.И. Вавилова*. – 2009. – № 7. – С. 5-9.
17. Андриянова Ю.М., Сергеева И.В., Гусакова Н.Н., Мохонько Ю.М. Устойчивость растений овса к фитопатогенным заболеваниям грибной этиологии в различных экологических условиях // *Аграрный научный журнал*. 2016. - № 5. - С. 3-9.

**Поступила в редакцию 24.01.20**  
**После доработки 06.02.20**  
**Принята к публикации 15.02.20**